

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①① N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction.)

2.115.865

②① N° d'enregistrement national :
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

71.41254

①⑤ BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE
PUBLICATION

②② Date de dépôt 18 novembre 1971, à 12 h 15 mn.
Date de la décision de délivrance..... 12 juin 1972.
Publication de la délivrance B.O.P.I. — «Listes» n. 27 du 7-7-1972.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.) H 01 h 1/00//C 23 c 1/00.

⑦① Déposant : Firme : DR. EUGEN DURRWÄCHTER DODUCO, résidant en République
Fédérale d'Allemagne.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet de Carsalade du Pont (A. Lourié et W. Flechner).

⑤④ Matériau composite à base de métal et de carbone et procédé pour sa fabrication.

⑦② Invention de :

③③ ③② ③① Priorité conventionnelle : *Demande de brevet déposée en République Fédérale d'Allemagne
le 24 novembre 1970, n. P 20 57 618.5 au nom de la demanderesse.*

La présente invention se rapporte à un matériau composite à base de métal et de carbone et à un procédé pour sa fabrication.

On connaît déjà des matériaux composites à base de métal et de carbone, couramment utilisés dans le domaine électrotechnique. Lorsque ces matériaux composites comprennent une partie prépondérante de charbon, on les utilise pour réaliser des balais pour des moteurs électriques ; lorsque ces matériaux comportent une partie prépondérante en métal, tel que l'argent ou le cuivre, avec des additions de graphite, ils sont utilisés pour fabriquer des contacts de commutation et des plots de contact. Ces derniers, lorsqu'ils sont utilisés comme pièces de commutation pour des courants élevés présentent, par rapport à des pièces correspondantes faites avec des métaux purs, des avantages considérables du point de vue du comportement à la soudure. Toutefois, ils sont soumis à une usure importante sous l'effet des arcs qui se forment lors de la commutation (voir A. Keil, Werkstoffe für elektrische Kontakte, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960).

Dans le cas de contacts glissants de très bonne qualité, par exemple dans ceux qui sont utilisés conjointement avec des transformateurs pour courants de mesure, des matériaux à base de métal et de graphite comportant habituellement 2 à 10 % en poids de graphite, présentent, il est vrai, un comportement favorable du point de vue de la résistance de contact et du glissement, mais l'usure mécanique est un multiple de celui de l'argent ou du cuivre. C'est la raison pour laquelle les possibilités d'emploi des matériaux composites à base de métal et de carbone sont relativement limitées pour la réalisation de contacts de commutation ainsi que de contacts glissants, par suite de leur faible fiabilité. Il est vrai qu'en raison des connaissances techniques dont on dispose actuellement et plus particulièrement en utilisant des procédés de fabrication particuliers tels que notamment l'extrusion, on peut améliorer la qualité, mais l'effet est limité (comparer Harmsen u. Meyer, Zeitschrift Metall 1967, volume 7). Une amélioration considérable de la fiabilité est obtenue en mettant en oeuvre un nouveau procédé (voir brevet allemand N° 1 533 230) suivant lequel le graphite est incorporé dans le matériau composite non pas dans sa forme courante du commerce qui est celle de petites plaquettes, mais

sous la forme de moustaches de chat. Pour augmenter la conductibilité et la déformabilité, les moustaches de chat doivent être amenées dans une direction préférentielle par des opérations telles que le secouage, les ultra-sons et autres opérations semblables. L'amélioration du matériau ainsi obtenu rend toutefois nécessaire l'utilisation des moustaches de chat qui sont un produit extrêmement onéreux.

Cet inconvénient est supprimé dans le matériau composite qui est réalisé suivant le procédé conforme à la présente invention. La résistance à l'usure, notamment sous l'effet des arcs qui peuvent se présenter lors d'opérations de commutation par exemple, se situe bien au-dessus de celle de l'argent pur, et le matériau présente de bonnes possibilités de formabilité.

Le procédé conforme à l'invention est essentiellement caractérisé par le fait que des fils de charbon sont trempés, sous un gaz de protection ou sous une atmosphère réductrice ou encore sous un vide prononcé de moins de 5.10^{-5} Torr, avec un métal liquide bon conducteur, notamment du cuivre et/ou de l'argent, auquel on ajoute 0,5 à 5 % d'un métal susceptible de former un carbure. Comme métal susceptible de former un carbure, le titane s'est révélé être particulièrement efficace. On doit procéder à ce mélange car, dans le cas contraire, les fils du feutre de carbone ne sont pas mouillés par l'argent. Le charbon réagit superficiellement avec les formateurs du carbure, et il forme des surfaces qui sont susceptibles d'être mouillées par le cuivre ou par l'argent. La durée du trempage doit être réglée de telle façon que le charbon ne se transforme pas entièrement en TiC. L'excédent en titane s'élimine lors du refroidissement du bain sous la forme d'une combinaison intermétallique AgTi et il s'incorpore dans le noyau d'argent. Mais lorsqu'on ajoute du nickel ou de l'aluminium, la mouillabilité est plus faible, mais elle est suffisante.

Des fils de charbon et des fibres de graphite très résistants sont connus, et sont récemment utilisés pour former des cordons, des tissus ou des feutres servant à l'isolement thermique, comme conducteurs de chauffage ou, si l'on prévoit des revêtements métalliques minces, comme électrodes poreuses servant à la fabrication d'accumulateurs et à des cellules de combustion (comparer Vohler, Reiser, Martina, Overhoff dans la revue "Angewandte Chemie" 82/1970, volume 11). Jusqu'ici, l'emploi

de ces fils de charbon ou de ces fils de graphite comme matériau servant à réaliser des contacts a échoué en raison de la mauvaise mouillabilité des fibres par des métaux de forte conductivité, tels que l'argent ou le cuivre.

5 Des analyses très poussées ont montré que dans les conditions de fabrication mentionnées ci-dessus on peut obtenir, sans utiliser des moustaches de chat, des matériaux composites à base de métal et de carbone présentant une qualité identique à celle que l'on obtiendrait en utilisant lesdites moustaches
10 de chat. L'anisotropie de la conductibilité électrique et thermique, souvent souhaitée dans le cadre de la fabrication de contacts et obtenue par l'alignement des moustaches de chat ou des fibres, peut également être obtenue de manière plus simple.

En principe, on peut également aligner parallèlement
15 entre eux des morceaux de fils de charbon, comme les moustaches de chat, par secouage, par mise en oeuvre d'ultra-sons et autres moyens similaires, mais la propriété des fils de carbone, de pouvoir se laisser fabriquer et traiter comme des fils de matière synthétique ou des fils textiles pour être cokéfiés et graphités
20 ensuite, offre la possibilité de préparer un squelette à base de fils de carbone présentant une direction préférentielle et de noyer ce squelette, dans lequel tous les fils de carbone sont dirigés sensiblement dans la même direction, avec un métal tel que le cuivre ou avec des alliages du cuivre.

25 Un alignement préférentiel des fils de carbone conduit à une anisotropie de la conductibilité électrique et thermique qui, dans le cas d'un formage avantageux des pièces de contact - à savoir un formage dans lequel les fibres sont perpendiculaires à la surface de contact - conduit à une réduction de
30 l'usure par l'arc qui se forme lors des opérations de commutation.

Toutefois, un matériau composite produit de la façon qui vient d'être décrite ne doit pas présenter nécessairement une direction préférentielle. Ainsi, s'agissant d'un contact de
35 glissement, il est avantageux d'utiliser, à la place de squelettes faits avec des fils à direction préférentielle, une "laine" à fibres courtes, et d'ajouter à celle-ci, pour améliorer davantage les propriétés lubrifiantes, 0,5 à 4 % en poids, de préférence 1 à 2 % en poids de graphite sous la forme de petites
40 plaquettes.

Le matériau composite à base de métal et de carbone utilisable comme matériau servant à réaliser des contacts, comprend 0,2 à 15 %, plus particulièrement 0,5 à 5 % en poids de carbone incorporé dans la matrice d'argent, de cuivre ou dans la matrice d'alliage.

A titre d'exemple servant à montrer les améliorations considérables de la qualité des matériaux composites à base de métal et de carbone suivant le procédé décrit, on indiquera le comportement à l'usure de pièces de contact soumises à des conditions d'essais sévères (80 000 A). La perte en matière d'un matériau composite C comportant un tissu réticulé de carbone à 1 % en poids, les fibres étant perpendiculaires à la surface de contact, n'était que de 40 % de la perte de matière en argent pur, les conditions d'essais étant les mêmes dans les deux cas. Les valeurs intermédiaires ont été recueillies pour un matériau A de bonne qualité et à base d'argent et de graphite, dans lequel les particules de graphite ont été alignées, lors de l'extrusion, suivant une direction préférentielle, et un matériau composite à base d'argent et de carbone B avec un feutre de carbone isotrope d'environ 1 % en poids qui a été noyé avec une faible addition en nickel sous un gaz de protection.

T A B L E A U

	Matériau	Dureté (HV) kp/mm ²	Conductibilité électrique m/0-mm ²	Usure
25	Argent pur	40	61	160
	Matériau A (Argent-graphite 1)	42	57	130
	Matériau B (Argent-carbone 1)	68	22 - 24	100
30	Matériau C (Argent-carbone 1)	70	26 - 29	70

REVENDICATIONS

1. Procédé pour fabriquer un matériau composite à base de métal et de carbone, plus particulièrement pour fabriquer des contacts, caractérisé par le fait que les fils de charbon sont trempés, dans un gaz de protection ou dans une atmosphère réductrice, ou sous un vide poussé (en dessous de $5 \cdot 10^{-5}$ Torr) avec un métal liquide, bon conducteur, plus particulièrement du cuivre et/ou de l'argent, auquel on a ajouté 0,5 à 5 % d'un métal susceptible de former un carbure.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le métal susceptible de former un carbure est le titane.
3. Procédé pour la fabrication d'un matériau composite à base de métal et de carbone, anisotrope du point de vue de sa conductibilité électrique et thermique, suivant la revendication 1, plus particulièrement destiné pour la fabrication de contacts de commutation, caractérisé par le fait que les fils de charbon sont alignés suivant une direction qui est perpendiculaire à la surface du contact à réaliser.
4. Procédé pour fabriquer un matériau composite à base de métal et de carbone, isotrope du point de vue de sa conductibilité électrique et thermique, suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les fils de carbone sont utilisés sous la forme d'une laine et que l'on y ajoute éventuellement 1 à 3 % en poids d'un graphite sous forme de plaquettes.
5. Matériau composite à base de métal et de carbone, caractérisé par le fait que l'on incorpore dans la matrice d'argent, de cuivre ou dans la matrice d'alliage, 0,2 à 15 %, plus particulièrement 0,5 à 5 % en poids de carbone.